



## Tempos e custos de um cabeçote triturador em reformas de povoamentos de *Pinus taeda*

Luane Heloíse Soek<sup>1</sup>, Carla Krulikowski Rodrigues<sup>1</sup>, Renato Cesar Gonçalves Robert<sup>1</sup>, Anderson de Costa Paini<sup>2</sup>

**RESUMO:** O uso de cabeçote triturador no preparo da área garante que as atividades subsequentes possam ser mecanizadas sem apresentar danos nos rodados das máquinas e permite o deslocamento seguro de pessoas no campo. Neste contexto, objetivou-se determinar os tempos e custos de um triturador florestal em áreas de reforma de povoamentos de *Pinus taeda* em diferentes situações de declividade do terreno e períodos de limpeza. Para isso, o estudo foi conduzido em três tratamentos, sendo: T1 - declividade entre 3 e 16%, com menor quantidade de regeneração e resíduos; T2 - declividade entre 3 e 27% com resíduos de colheita e vegetação arbustiva; e, T3 - declividade entre 9 e 30%; com significativa quantidade de resíduos. A máquina avaliada foi uma escavadeira com um rolo Roder UMM EX VT. Com uma capacidade de campo variando entre 0,213 e 0,105 ha PMH<sup>-1</sup> entre T1 e T3; e, com um custo operacional, por hora de R\$ 312,32, o menor custo de produção, por hectare, foi no T1, seguido de T2 e T3, sendo este o maior valor que corresponde a R\$ 2.974,45. Portanto, a declividade e a presença de resíduos e vegetação arbustiva influenciaram nos tempos e nos custos do triturador florestal.

**Palavras-chave:** Mecanização, preparo da área, resíduo da colheita de madeira, tocos de árvores.

### Times and costs of a mulching head in *Pinus taeda* stand reform area

**ABSTRACT:** The mulching head use in area preparation ensures that subsequent activities can be mechanized without damaging the wheels of the machines, and allows for the safe movement of people in the field. In this context, the aim was to determine the times and costs of a mulching head in areas of *Pinus taeda* stand reform, in different situations of terrain slope and cleaning periods. For this, the study was conducted in three treatments: T1 - slope between 3 and 16%, with less regeneration and residues; T2 - slope between 3 and 27% with harvesting residues and shrub vegetation; and, T3 - slope between 9 and 30%; with a significant number of residues. The machine evaluated was an excavator with a Roder UMM EX VT roller. With a field capacity varying between 0.213 and 0.105 ha PMH<sup>-1</sup> between T1 and T3; and, with an operational cost, per hour of R\$ 312.32, the lowest production cost, per hectare, was in T1, followed by T2 and T3, with the highest value corresponding to R\$ 2,974.45. Therefore, the slope and the presence of residues and vegetation influenced the operational performance and costs of the forest mulching.

**Keywords:** Mechanization, terrain preparation, wood harvest residue, tree stumps.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos houve uma expansão na mecanização da silvicultura para o cultivo de árvores plantadas, impulsionada pela necessidade de realizar as atividades em turnos diferenciados, para garantir o cumprimento das metas de produção, maior produtividade, menores custos de produção, escassez de mão de obra e a necessidade de garantir conforto e segurança aos trabalhadores florestais (RAMANTSWANA et al., 2020; RAMANTSWANA et al., 2021). Além disso, a disponibilidade de terras para regeneração artificial de povoamentos florestais, sem os resíduos da colheita de madeira que dificultam a mecanização, é um desafio na silvicultura. Afinal, os sistemas de colheita utilizados deixam tocos de árvores e outros resíduos da colheita de madeira no campo, como galhos e copas, o que pode dificultar a entrada de

tratores no campo para preparar o solo e plantar novas árvores (ACKERMAN, RIETZ, 2014).

Uma opção para mitigar as dificuldades operacionais em áreas de reforma de povoamentos florestais é o uso da trituração para reduzir o tamanho dos resíduos da colheita; cortar a vegetação remanescente ou em regeneração para eliminar a concorrência; facilitar a decomposição da biomassa de todos os componentes arbóreos que permanecem sob o solo; e, permitir a movimentação de máquinas e trabalhadores de forma segura (JAIN et al., 2018). No entanto, determinar a melhor configuração de trituração dentro dos objetivos de gerenciamento e das restrições existentes no local é um desafio. Afinal, muitos estudos sobre os impactos do triturador no solo estão disponíveis na literatura (HATCHETT et al., 2006, FERNÁNDEZ et al., 2019), mas estudos

sobre desempenho operacional e de custo são escassos.

No mercado existem diversas opções de trituradores florestais utilizados na reforma do talhão, constituídos por uma máquina transportadora que pode ser escavadeiras, miniescavadeiras e tratores, e existem diferentes tipos de cabeçotes de corte vertical e horizontal que podem ser montados na extremidade frontal ou na lança (JAIN et al. 2018). A utilização de tratores adaptados da construção civil nas operações silviculturais apresenta algumas vantagens para as pequenas empresas florestais, pois a máquina se torna multifuncional, podendo ser utilizada na colheita de madeira com o acoplamento do cabeçote, na construção de estradas e em operações de preparo de área, como trituração florestal (URAZOVA et al., 2021). Além disso, as escavadeiras são de fácil manutenção, devido à maior disponibilidade de peças no mercado, e também é facilitada a revenda da máquina ou de suas peças. Outra questão limitante é a sazonalidade das operações silviculturais (RAMANTSWANA et al., 2021), assim, uma máquina multifuncional pode superá-la.

O desempenho operacional do cabeçote de triturador para escavadeira é desconhecido, especialmente sob diferentes condições de relevo. Portanto, a disponibilização dessas informações é relevante para o planejamento e tomada de decisão dos gestores que atuam em condições semelhantes. Portanto, o objetivo deste estudo foi determinar os tempos e custos de um cabeçote triturador para escavadeira em áreas de reforma de povoamentos de *Pinus taeda* L. no Sul do Brasil, sob diferentes condições de terreno e período após a colheita da madeira.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em áreas de reforma de plantios florestais localizadas no município de Macieira, Santa Catarina, Brasil. Nessas áreas, povoamentos de *Pinus taeda* L. com aproximadamente 39 anos de idade foram manejados sob corte raso. O clima da região é classificado, segundo Köppen, como Cfb, ou seja, clima temperado com verões amenos; e, o solo foi classificado como Nitossolo.

Utilizou-se o sistema de colheita de toras longas, sendo o corte realizado por um harvester e a extração por meio de arraste de toras até a beira da estrada por um skidder, sendo o processamento realizado com outro harvester para obtenção de toras de acordo com o sortimento solicitado. Nesse sistema, a área apresentava resíduos constituídos pela seção final do fuste (ponteiros), galhos e tocos com altura média de 9,0 cm e diâmetro médio de 45,2 cm. Além disso, as áreas ficaram sem uso por um período, devido à sazonalidade das operações de silvicultura, em função

do clima e da alocação de mão de obra para outras atividades, o que permitiu a presença de regeneração nas áreas.

Foi avaliada uma escavadeira de esteiras Pesa 320D2 FM com rolo Roder UMM EX VT (Figura 1). Essa máquina foi utilizada para rebaixamento de tocos, trituração de galhos e vegetação rasteira em áreas de reforma (Tabela 1).



Figura 1 – Escavadeira Pesa 320D2 FM com Roder UMM EX VT.

Tabela 1. Especificações do Triturador Florestal.

<b>MOTOR</b>	
Marca	Pesa Cat
Modelo	Cat C7.1 Cat C7.1
Potência Líquida do Volante	149 HP / 110 kW
Potência do Motor	158 HP / 118 kW
Potência Líquida	149 HP / 110 kW
<b>OPERACIONAL</b>	
Peso	27330 kg
Tanque de Combustível	410 l
Óleo do Motor	30 l
Sistema Hidráulico	260 l
Reservatório Hidráulico	138 l
Vel. Máx. de Percurso	4,3 km/h
Força de Tração Máxima	248 kN
<b>RODER</b>	
Peso	1980 kg
Largura de trabalho	1340 mm
Diâmetro de trituração	Até 40 cm
Fluxo	130 – 200 l/min

O operador avaliado possuía mais de 27 anos de experiência com diversas máquinas florestais, porém, o tempo de experiência com triturador avaliado foi de 5 meses, devido ao tempo de aquisição do equipamento. A máquina foi utilizada para realizar a limpeza em três áreas que foram consideradas como tratamentos (Tabela 2). A coleta de dados do estudo de tempos ocorreu nos meses de março a maio de 2022, e, para obter uma amostragem com um nível de confiança de 95% e um erro amostral abaixo de 10%, empregou-se metodologia proposta por Murphy (2005). Dessa forma, foram avaliados 363, 469 e 177 ciclos para os tratamentos 1, 2 e 3, as quais correspondem a 1,27 ha, 1,19 ha e 0,41 ha, e um erro amostral do tempo total por ciclo de 5,8%, 5,6% e 6,7%, respectivamente.

Para a cronometragem, as operações foram divididas em elementos parciais do ciclo operacional (Tabela 3), sendo considerado como um ciclo o

período em que o triturador começava a se deslocar e finalizava com o fim da trituração.

Tabela 2. Tratamentos avaliados.




Tratamento	Descrição
	T1 - A colheita de madeira foi realizada entre os meses de agosto a dezembro de 2021; o local apresentava declividade entre 3% e 16%, com menor quantidade de regeneração por ser estaleiro; e, no momento da coleta de dados, o terreno estava úmido por conta da chuva.
	T2 - A colheita foi realizada entre os meses de agosto a dezembro de 2021; o local apresentava relevo plano e em partes mais íngremes chegando a 27% de declividade; também apresentava resíduos de colheita (tocos e galhos) e vegetação arbustiva de estágio inicial.
	T3 - A colheita de madeira foi realizada em março de 2022; o local apresentava declividade entre 9 e 30%; a área apresentava significativa quantidade de resíduos de colheita, presença de uma vegetação de sub-bosque que se formou durante o ciclo de plantio, e após a colheita, a vegetação que começou a se regenerar; além disso, a área estava úmida no momento da coleta de dados devido a chuva.

Tabela 3. Elementos parciais do ciclo operacional do triturador florestal.

Elementos parciais	DESCRIÇÃO
Deslocamento da máquina	A máquina iniciava seu deslocamento para realizar a trituração e emitia um sinal sonoro, sendo o fim do elemento parcial quando a máquina parava e o sinal sonoro era interrompido.
Trituração	A máquina posicionada realizava a movimentação da grua e realizava a trituração do material em campo, sendo interrompido com o início do deslocamento da máquina.
Interrupções	Tempo que a máquina ficou parada, seja por alguma manutenção, conferência do mapa, conversa no rádio entre outras atividades.

Taxa de utilização (TU) refere-se à percentagem de tempo efetivamente trabalhado em relação ao tempo programado para o trabalho (%). Assim, a utilização da máquina foi obtida através da equação (1), proposta por Pulkki (2001).

$$TU = \frac{PMH}{SMH} \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

em que: PMH: horas-máquina produtiva, *Productive Machine Hours* (h); e, SMH: horas-máquina programada, *Scheduled Machine Hours* (h).

A capacidade de campo efetiva (CCe) foi calculada pela razão entre a área triturada, expressa em hectares, pela operação e as horas-máquina produtivas ( $ha \text{ PMH}^{-1}$ ), que compreendeu o total de horas trabalhadas sem atrasos. Para isso, a capacidade

de campo efetiva foi obtida por meio da equação (2), proposta por Hancock et al. (1991).

$$CCe = \frac{APD}{PMH} \quad (\text{Equação 2})$$

em que: APD: Área produzida por dia (ha); e, PMH: *Productive Machine Hours* (horas).

A análise de custos do triturador florestal foi realizada com base na determinação dos custos operacionais de produção, pelo método contábil, tendo os custos fixos e variáveis estimados pela metodologia proposta pela FAO (1974), aos quais foram adaptados de acordo com a realidade da empresa.

Através da metodologia descrita, foram realizados os cálculos para obter-se o custo por hora da máquina. Para isso, foram analisados os custos de 6 meses (novembro de 2021 a abril de 2022), sendo os valores estimados para o ano, sendo assim, o total de horas efetivas trabalhadas foi de 1.612,27 ( $ha \text{ ano}^{-1}$ ) e a taxa de utilização empregada foi de 80,6%, obtido pelo histórico de uso da máquina.

Os custos fixos, foram determinados pela somatória da depreciação, juros, seguros e vigilância, já os custos variáveis foram obtidos pela a somatória dos custos de combustível, lubrificantes e graxas, óleo hidráulico, esteiras, reparos e manutenção e transporte da máquina (prancha). O custo de mão de obra foi fornecido pela empresa, sendo considerado o salário, os encargos sociais e os benefícios. Portanto, o custo operacional total é a soma dos custos fixos,

custos variáveis, custo de mão de obra e custos de administração.

#### *Custos fixos (CF)*

São considerados custos fixos, aqueles que não variam com as horas de operação ou produção da máquina.

A depreciação é o decréscimo do valor do maquinário, devido ao uso no tempo, e foi calculado pelo método linear, de acordo com as equações 3 e 4:

$$DP = \frac{Va - Vr}{N \times He} \quad (\text{Equação 3})$$

em que: DP: Depreciação linear da máquina (R\$ he<sup>-1</sup>); Va: Valor de aquisição da máquina + implemento (R\$); Vr = Valor residual ou de venda da máquina + implemento (R\$); N: Vida útil estimada (anos); e, He: Horas efetivas anuais (horas).

$$He = \frac{Nd \times d \times Nt(100 - TD)}{100} \quad (\text{Equação 4})$$

em que: He: Horas efetivas de trabalho por ano (horas); Nd: Número de dias trabalhados por ano; d: Duração do turno de trabalho (horas); Nt: número de turnos de trabalho por dia; e, TD: Demoras e dias improdutivos (%).

Os valores referentes ao seguro, foram disponibilizados pela empresa. Já os juros, foram calculados pela aplicação de uma taxa de juros ao investimento médio anual (IMA), e correspondem ao custo de oportunidade do capital aplicado na aquisição da máquina. A taxa de juros adotada foi de 12% a.a., sendo expressa pelas equações 5 e 6:

$$JS = \frac{IMA \times i}{He} \quad (\text{Equação 5})$$

em que: JS: juros (R\$ he<sup>-1</sup>); i: taxa anual de juros simples (%); He: horas efetivas de trabalho anual (h); e IMA: Investimento médio anual (R\$).

$$IMA = \frac{(Va - Vr) \times (N + 1)}{2 \times N} + Vr \quad (\text{Equação 6})$$

em que: Va: valor de aquisição da máquina (R\$); Vr: valor residual da máquina (R\$); e N: vida útil estimada (anos).

#### *Custos variáveis (CV)*

Os custos variáveis, estão diretamente ligados a intensidade de uso e quantidade produzida pela máquina, e são considerados os custos de combustível, lubrificantes e graxas, óleo hidráulico, esteiras, manutenções e outros.

Custos com combustível são os custos referentes ao consumo de óleo diesel pela máquina e calculados pela equação 7.

$$CC = Pu \times c \quad (\text{Equação 7})$$

em que: CC: Custo de combustível (R\$ he<sup>-1</sup>); Pu: preço de um litro de óleo diesel (R\$ l<sup>-1</sup>); c: consumo de óleo diesel por horas-máquina produtiva (l PMH<sup>-1</sup>).

Lubrificantes e graxas referem-se ao consumo de óleos lubrificantes e graxas pela máquina. Os custos de lubrificantes e graxas foram determinados pelo relatório da empresa e dividido pelas horas trabalhadas.

Os custos de material rodante (CP) se referem ao valor de aquisição do par de esteiras dividido pela sua vida útil, de acordo com a equação 8:

$$CP = \frac{Nr \times Vr}{Hr} \quad (\text{Equação 8})$$

em que: CP: custos das esteiras (R\$ PMH<sup>-1</sup>); Nr: número de rodados da máquina (esteiras); Vr: Valor de uma esteira da máquina (R\$ unid<sup>-1</sup>); e, Hr: vida útil de uma esteira (horas).

Os custos referentes a manutenção preventiva e corretiva correspondem a mão de obra da oficina, peças de reposição e outros materiais necessários. Os valores das manutenções foram coletados dos relatórios fornecidos pela empresa e calculado o valor pelas horas trabalhadas.

O transporte de máquinas é realizado quando necessita deslocar um maquinário de um local para o outro, geralmente, esse custo é realizado por um número "x" de quilômetros rodados e pelas condições das vias. Para esse cálculo, foi repassado o valor pela empresa, que utiliza prestação de serviços de terceiros para essa função, e foi dividido pelas horas efetivas para chegar ao custo de R\$ PMH<sup>-1</sup>.

#### *Custos mão de obra (CMO)*

Os custos com mão de obra são formados pela remuneração do trabalhador, ou seja, o salário que ele recebe, mais os encargos sociais, conforme equação 9. Para o trabalho, foi adquirido o custo hora do operador, pelos relatórios da empresa, sendo realizado uma média do valor, para os meses analisados.

$$CMO = \frac{12 \times Sm(1 + s)}{He} \quad (\text{Equação 9})$$

em que: CMO: Custos mão de obra (R\$ PMH<sup>-1</sup>); Sm: salário mensal (R\$); 12: meses do ano; s: encargos sociais; e, He: horas efetivas de trabalho (horas).

#### *Custo de administração (CAD)*

Estão relacionados com a administração do trabalho e do maquinário. Para o cálculo, aplicou-se um coeficiente de 10% sobre os custos de maquinário e pessoal, conforme expressão (10) abaixo:

$$CAD = CD \times K \quad (\text{Equação 10})$$

em que: CAD: Custo de administração (R\$ PMH<sup>-1</sup>); CD: custos diretos do maquinário e mão de obra (R\$ PMH<sup>-1</sup>); e, K: coeficiente de administração.

#### *Custo operacional total (COT):*

O custo operacional total é o somatório dos custos fixos, variáveis, mão de obra e administrativos, conforme equação (11).

$$COT = CF + CV + CMO + CAD \quad (\text{Equação 11})$$

em que: COT: Custo operacional total (R\$ PMH<sup>-1</sup>); CF: Custos fixos (R\$ PMH<sup>-1</sup>); CV = Custos variáveis (R\$ PMH<sup>-1</sup>); CMO = Custo mão de obra (R\$ PMH<sup>-1</sup>); e, CAD = Custos de administração (R\$ PMH<sup>-1</sup>).

#### *Custo de produção*

O custo de produção, para cada tratamento, foi obtido por meio da razão entre custo operacional total e a capacidade de campo efetiva.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os maiores tempos com deslocamento e trituração foram observados no T3 (Tabela 4). Esses valores influenciaram na capacidade de campo efetiva que foi decrescente com a declividade do terreno, sendo o maior valor apresentado no T1, com 0,213 ha  $PMH^{-1}$  e o menor no T3, com 0,105 ha  $PMH^{-1}$  (Tabela 5).

Tabela 4. Tempos médios dos elementos parciais do ciclo operacional do triturador florestal, em segundos, nas diferentes condições do terreno.

Trat.	Deslocamento (s)	Trituração (s)	Total (s)
T1	8,7	50,3	59,3
T2	10,4	53,4	63,8
T3	11,0	68,5	79,4

Tabela 5. Taxa de utilização e capacidade de campo efetiva do triturador florestal em diferentes condições do terreno.

Variáveis	T1	T2	T3
TU (%)	87,5	92,9	81,7
CCe (ha $PMH^{-1}$ )	0,213	0,143	0,105

Os melhores valores apresentados no T1 se devem as características do terreno, com menores declividades

e menor quantidade de vegetação em alguns locais, por conta do processamento da madeira (estaleiro). Enquanto que, no T2 havia locais com relevo plano a suavemente ondulado, porém, apresentava partes mais íngremes, bem como outro fator é a presença de resíduos de colheita e vegetação arbustiva de estágio inicial.

Os tratamentos 1 e 2 possuíam em média cinco meses de repouso. Já no tratamento 3, apenas dois meses. Consequentemente, o menor período de repouso pode não ser efetivo para o adequado processo de decomposição dos resíduos, principalmente nos tocos, o que ocasiona mais tempo na trituração. Além disso, no T3 havia significativa quantidade de resíduos de colheita, vegetação de sub-bosque que se formou durante o ciclo de plantio e ainda a vegetação que iniciou a regeneração, conforme constatado visualmente durante a coleta de dados.

O triturador florestal apresentou um Custo Operacional Total (COT) de R\$ 312,32 por hora-máquina programada (Tabela 6). Os custos variáveis foram os que apresentaram maior relevância no custo final totalizando 46%, com maior participação dos custos com combustível, representando 40% do valor total. Enquanto que, os custos fixos contribuíram com 37% do valor total, sendo mais influenciado pelos juros e pela depreciação.

Tabela 6. Custo operacional do triturador florestal.

	Custos	Valor (R\$ $PMH^{-1}$ )	Participação (%)	Participação total (%)
Fixos	Depreciação da máquina e implemento	53,59	17,16	37,00
	Juros	51,45	16,47	
	Seguros	5,50	1,76	
	Vigilância	5,02	1,61	
Variáveis	Combustível	125,41	40,15	45,58
	Lubrificantes, graxas e óleo hidráulico	1,32	0,42	
	Reparos e manutenção	8,54	2,73	
	Esteiras	6,05	1,94	
	Transporte de máquina	1,04	0,33	
	Mão de obra	26,01	8,33	8,33
	Administração	28,39	9,09	9,09
	<b>Total</b>	<b>312,32</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Os itens que obtiveram menores percentuais foram os lubrificantes, graxas e óleo hidráulico, devido a máquina ter sido adquirida recentemente pela empresa, apresentando poucas horas de uso. Outro custo que teve uma baixa participação percentual foi com o transporte de máquina, devido a menor frequência de troca de uma fazenda para outra e a considerar que os projetos da empresa têm áreas significativas.

A capacidade de campo efetiva influenciou de forma diretamente inversa nos custos de produção. O menor custo de produção, por hectare, foi no T1, com

R\$ 1.469,58, seguido de T2, com R\$ 2.187,48, e T3 com R\$ 2.974,45.

O uso do triturador florestal apresenta algumas vantagens como melhor limpeza da área, facilita as operações posteriores à limpeza, como preparo do solo, plantio e combate a formigas, e permite o tráfego de outros maquinários, além dos resíduos ficarem incorporados no solo. Porém, o custo é oneroso, e em questão de limpeza de área por jornada de trabalho, tem baixa produtividade.

Uma recomendação para futuros trabalhos é na questão das roçadas nas áreas que passou pela limpeza do triturador, pois as roçadas necessárias nos



primeiros anos onde foi realizado o plantio seriam postergadas por conta de haver menos mato-competição após a limpeza; e, se for realmente comprovado, o custo da limpeza com o triturador, diminuiria, por não precisar realizar essas roçadas. Outra sugestão é analisar a taxa de decomposição dos resíduos e como eles interferem na trituração.

## CONCLUSÕES

As condições do terreno foram significantes nos tempos parciais e totais, bem como na capacidade de campo efetiva e nos custos de produção da área. A capacidade de campo efetiva foi decrescente com o aumento da declividade do terreno, conseqüentemente, os custos foram maiores. Nesse contexto, recomenda-se iniciar a operação limpeza da área nos locais em que o corte raso foi finalizado a mais tempo, em que o terreno teve um período maior de repouso, para um efetivo processo de decomposição dos resíduos.

## REFERÊNCIAS

- ACKERMAN, S., RIETZ, D. **Current operational constraints in the harvesting-silviculture interface: A scoping study**. ICFR Technical Note 02/2014. Institute for Commercial Forestry Research, Pietermaritzburg, South Africa, 2014.
- FERNÁNDEZ, C., FERNÁNDEZ-ALONSO, J. M., VEGA, J. A. Effects of mastication of burned non-commercial *Pinus pinaster* Ait. trees on soil compaction and vegetation response. **Forest Ecology and Management**, v. 449, p. 117457, 2019.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Logging and log transport in manmade forests in developing countries**. Roma: 1974. 90p. (Forest Paper - FAO, 18).
- HANCOCK, J. N., SWETNAM, L. D., BENSON, F. J. Calculating farm machinery field capacities. **Agricultural Engineering Extension Publications**, 1991. 20.
- HATCHETT, B., HOGAN, M. P., GRISMER, M. E. Mechanical mastication thins Lake Tahoe Forest with few adverse impacts. **California Agriculture**, v. 60, n. 2, p. 77-82, 2006.
- JAIN, T., SIKKINK, P., KEEFE, R., BYRNE, J. **To masticate or not: Useful tips for treating forest, woodland, and shrubland vegetation**. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-381. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 2018. 55 p.
- MURPHY, G. Determining sample size for harvesting cost estimation. **New Zealand Journal of Forestry Science**, v. 35, n. 2/3, p. 166-169, 2005.
- PULKKI, R. E. **Forest Harvesting, I: On the Procurement of Wood with Emphasis on Boreal and Great Lakes St. Lawrence Forest Regions**. 2001. 156 pp.
- RAMANTSWANA, M., BRINK, M., LITTLE, K., SPINELLI, R., CHIRWA, P. (2021). Perspectives and drivers of modernisation of silviculture re-establishment in South Africa. **Southern Forests: A Journal of Forest Science**, v. 83, n. 1, p. 79-87, 2021.
- RAMANTSWANA, M., GUERRA, S. P. S., ERSSON, B. T. Advances in the mechanization of regenerating plantation forests: A review. **Current Forestry Reports**, v. 6, n. 2, p. 143-158, 2020.
- URAZOVA, A. F., POBEDINSKY, V. V., GERTS, E. F., MEKHRENTSEV, A. V., TERINOV, N. N. Improving the Efficiency of Multifunctional Machines for Intensive Forestry. **Lesnoy Zhurnal (Forestry Journal)**, 2021.